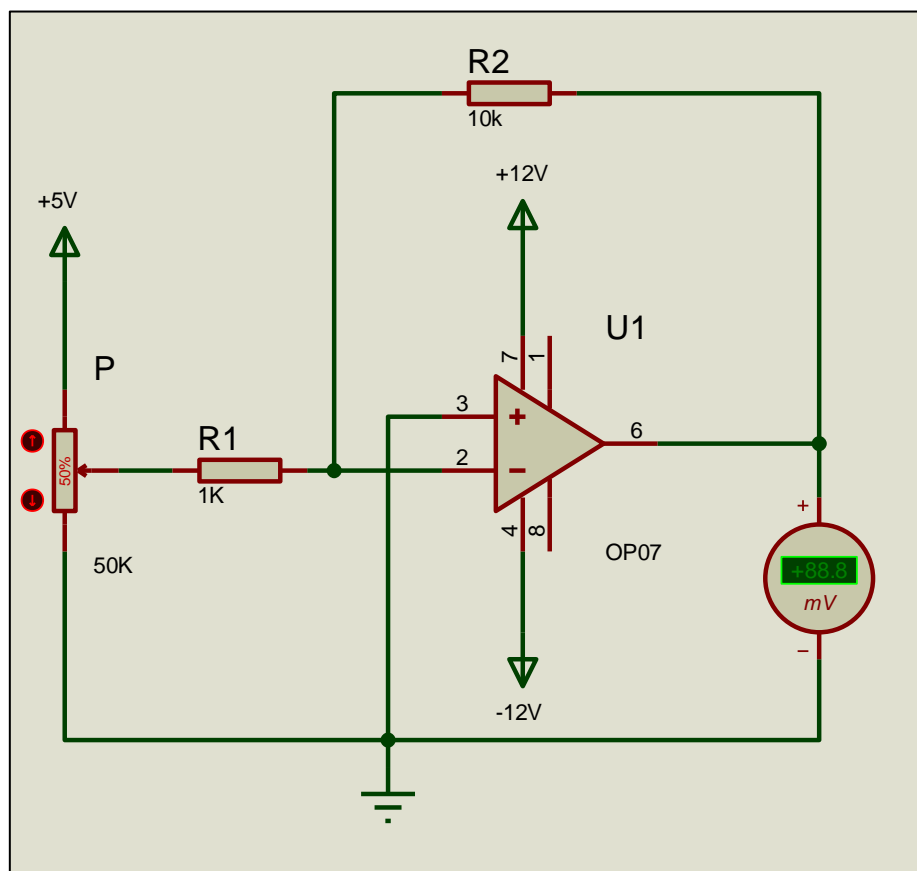


## **BÀI 2: ỨNG DỤNG KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN**

- **Khuếch đại DC đảo và không đảo.**
- **Khuếch đại AC đảo và không đảo.**
- **Mạch làm toán.**

### Bài làm

#### **1. Khuếch đại DC đảo và không đảo:**



*Mạch khuếch đại DC đảo.*

- 1) Mắc mạch khuếch đại DC đảo, cấp điện 12V, -12V, 5V, thay đổi biến trở P để  $V_1 = 50(\text{mV})$ . Thay đổi  $R_2$ , đo điện thế ra, tính độ lợi và ghi kết quả vào bảng rồi so sánh độ lợi giữa thực nghiệm và độ lợi lý thuyết

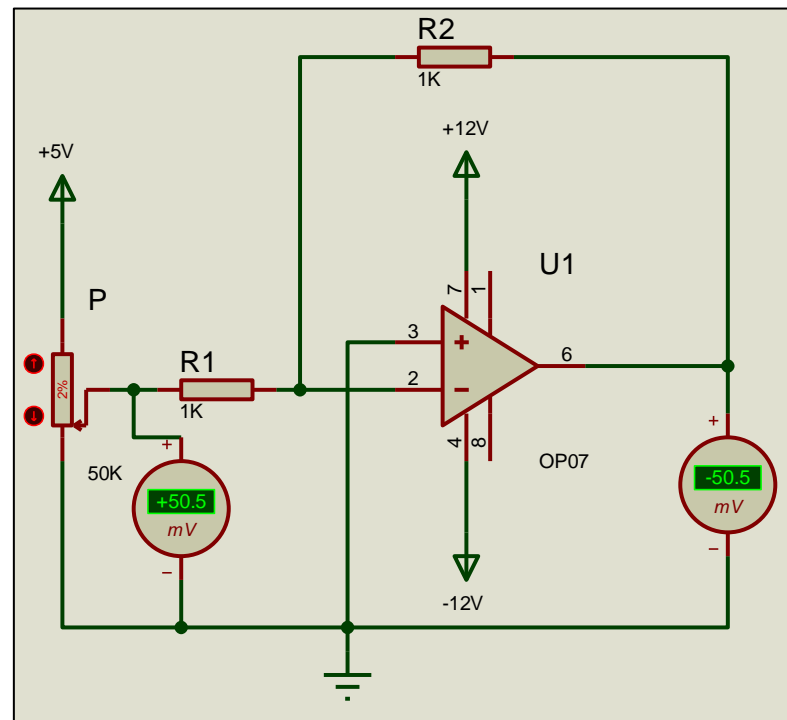
$$G_V = - \frac{R_2}{R_1} \text{ (KĐTT lý tưởng). Nhận xét.}$$

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



$R_2$ (k $\Omega$ )	1	10	47	100	220
$V_0$ (V)	- 0,05	- 0,45	- 2,27	- 4,58	- 10,8
$G'_V = V_0/V_i$	- 1	- 9	- 45,4	- 91,6	- 216
$G_V = - R_2/R_1$	- 1	- 10	- 47	- 100	- 220

Bảng kết quả đo độ lợi của mạch khuếch đại DC đảo khi  $R_2$  thay đổi

Giải thích: Đây là mạch khuếch đại đảo,  $V_i$  vào Op-amp mang giá trị dương thì  $V_o$  mang giá trị âm với độ lợi thế bằng  $-\frac{R_2}{R_1}$ . Kết quả đo thực nghiệm và tính theo lý thuyết khá giống nhau, khác nhau do sai số của thiết bị, hoặc sai sót trong quá trình đo, làm thí nghiệm (chỉnh dòng  $V_i$  chưa chuẩn được 50mV).

- 2) Cho  $R_2 = 10$  (k $\Omega$ ), thay đổi biến trở P để tăng  $V_i$  tăng từ 10mV lên, đo  $V_o$  và lập bảng. So sánh kết quả đo độ thực nghiệm và độ lợi lý thuyết. Nhận xét.

$V_i$ (V)	~0.01	0.05	0.1	0.2	0.5
$V_0$ (V)	0	- 0,5	- 1,14	- 1,92	- 5,04
$G'_V = V_0/V_i$		- 10	- 11,4	- 9,6	- 10,08

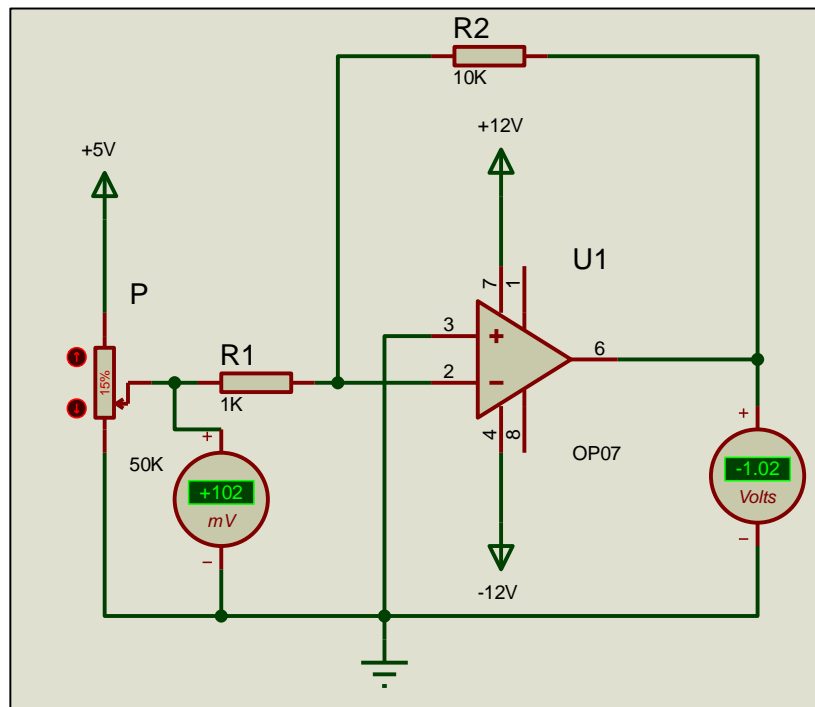
Bảng kết quả đo độ lợi của mạch khuếch đại DC đảo khi  $V_i$  thay đổi

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

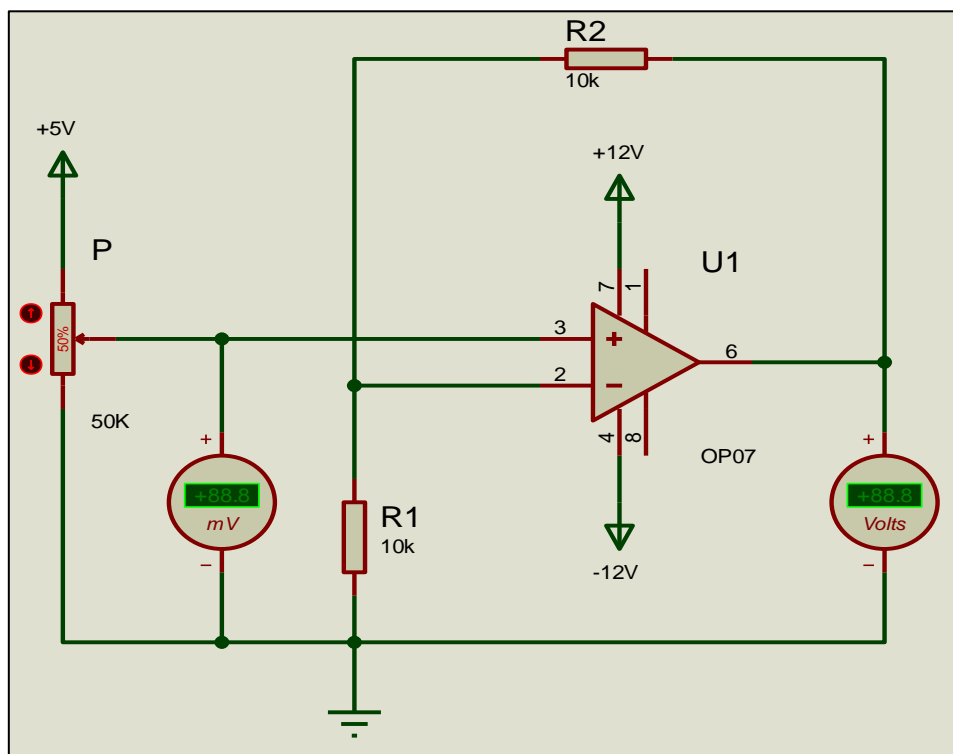
## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



Giải thích: Ở trường hợp này, khi  $R_2 = 10 \text{ (k}\Omega\text{)}$ , độ lợi thế của mạch khuếch đại đảo là  $-10$ . Với kết quả đo được và ghi nhận từ bảng trên, ta thấy kết quả đo khá chính xác so với lý thuyết. Có sai số do trong quá trình đo, thiết bị chưa chuẩn xác hoặc thao tác đo chưa đúng nên còn chút sai khác so với lý thuyết.



*Mạch khuếch đại DC không đảo.*

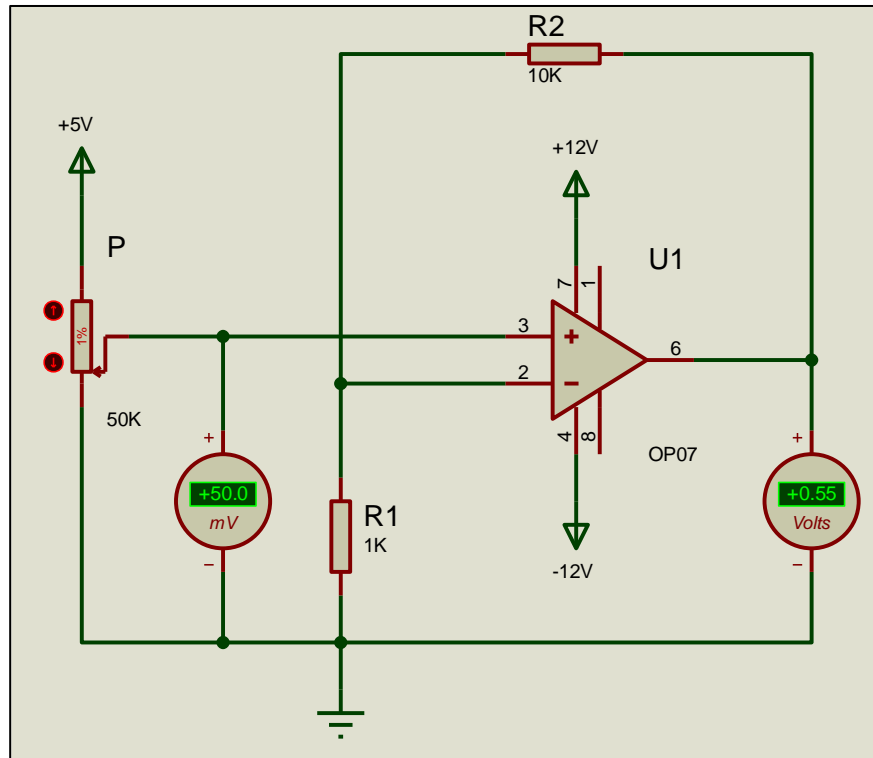
# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH

- 3) Mắc mạch khuếch đại DC không đảo, thay đổi biến trở P để  $V_i = 50\text{mV}$ . Đo điện thế ra, tính độ lợi, so sánh giữa độ lợi thực nghiệm và độ lợi lý thuyết  $G_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$  (KĐTT lý tưởng).



$R_2$ (k $\Omega$ )	1	10	47	100	220
$V_0$ (V)	0,1	0,57	2,26	4,83	10,05
$G'_v = V_0/V_i$	2	11,4	45,2	96,6	201
$G_v = 1 + R_2/R_1$	2	11	48	101	221

Bảng kết quả đo độ lợi của mạch khuếch đại DC đảo khi  $R_2$  thay đổi

Giải thích : Kết quả tính toán độ lợi thế theo lý thuyết và đo  $V_0$  để tính độ lợi thế thực tế gần giống nhau.

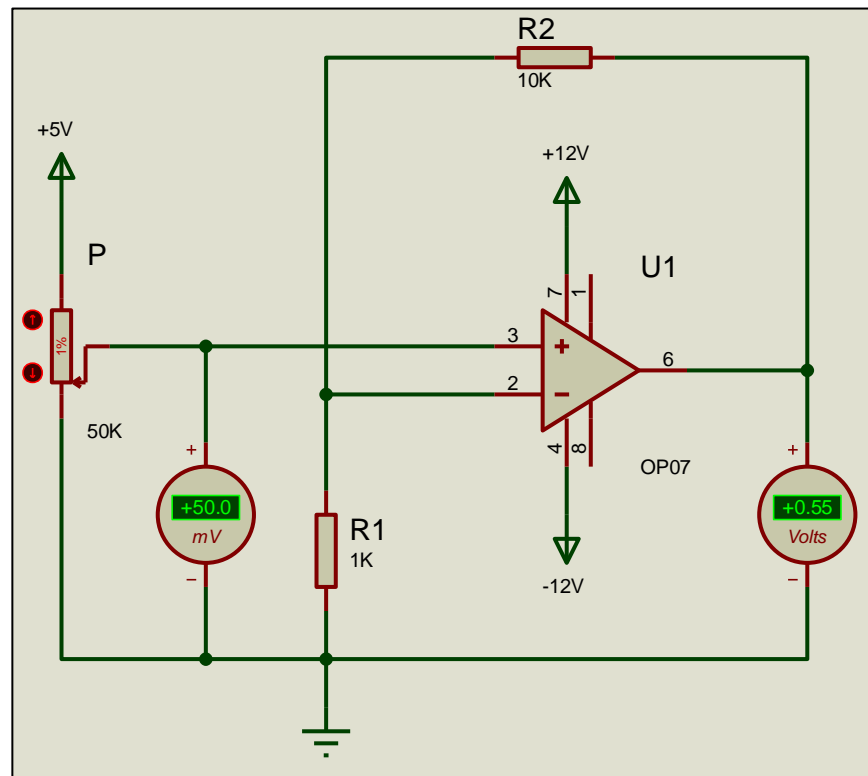
- 4) Cho  $R_2 = 10$  (k $\Omega$ ), thay đổi biến trở và lập bảng. So sánh kết quả đo độ thực nghiệm và độ lợi lý thuyết. Nhận xét.

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



$V_i$ (V)	~ 0,01	0,05	0,1	0,2	0,3
$V_o$ (V)	0	0,55	1,07	2,18	3,28
$G'_v = V_o/V_i$		11	10,7	10,9	10,93

Bảng kết quả đo độ lợi của mạch khuếch đại DC đảo khi  $V_i$  thay đổi

Giải thích: Ở trường hợp này, khi  $R_2 = 10$  (k $\Omega$ ), độ lợi thế của mạch khuếch đại không đảo là 11. Với kết quả đo được và ghi nhận từ bảng trên, ta thấy kết quả đo khá chính xác so với lý thuyết. Có sai số do trong quá trình đo, thiết bị chưa chuẩn xác hoặc thao tác đo chưa đúng nên còn chút sai khác so với lý thuyết.

## 2. Khuếch đại AC đảo và không đảo :

- 1) Mắc mạch khuếch đại AC đảo,  $V_s$  là nguồn tín hiệu sin ở tần số 1KHz do máy phát tần số cung cấp. Dùng dao động nghiệm để quan sát  $V_o$  và  $V_i$ . Cấp điện cho mạch, quan sát sự đảo pha của tín hiệu. Tăng biên độ của tín hiệu vào cho đến khi tín hiệu ra bắt đầu bị méo hoặc xén ở hai đỉnh, vẽ lại dạng tín hiệu vào, ra.

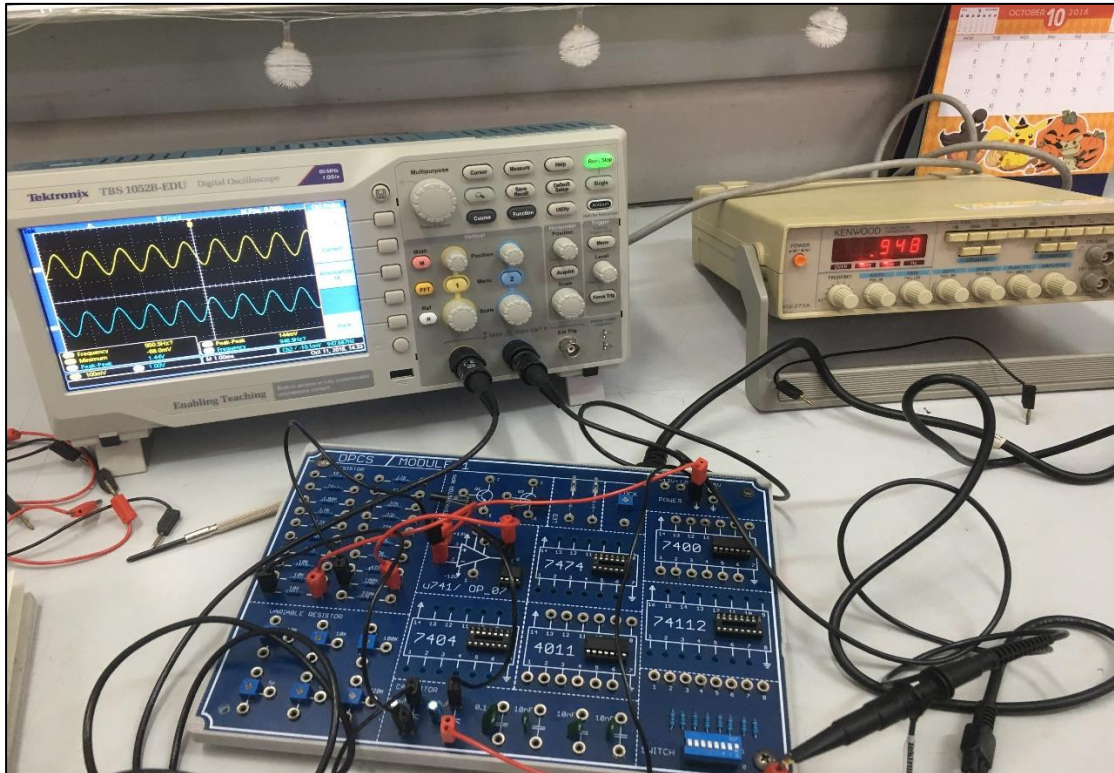
# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

Báo cáo thực hành – Tuần số 2

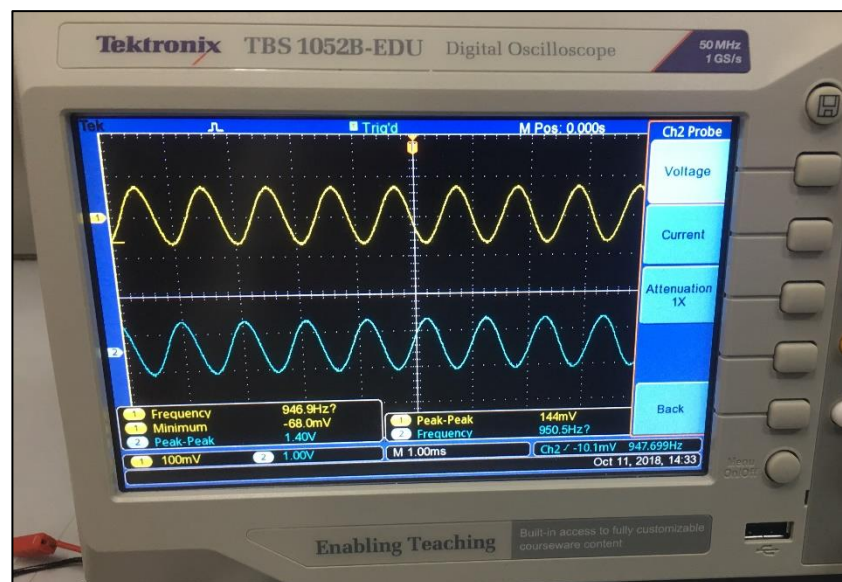
Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH

## Thực tập thực tế:



*Hình ảnh mắc mạch tạo sóng bằng máy tạo dao động và xem dạng sóng bằng máy Oscilloscope*



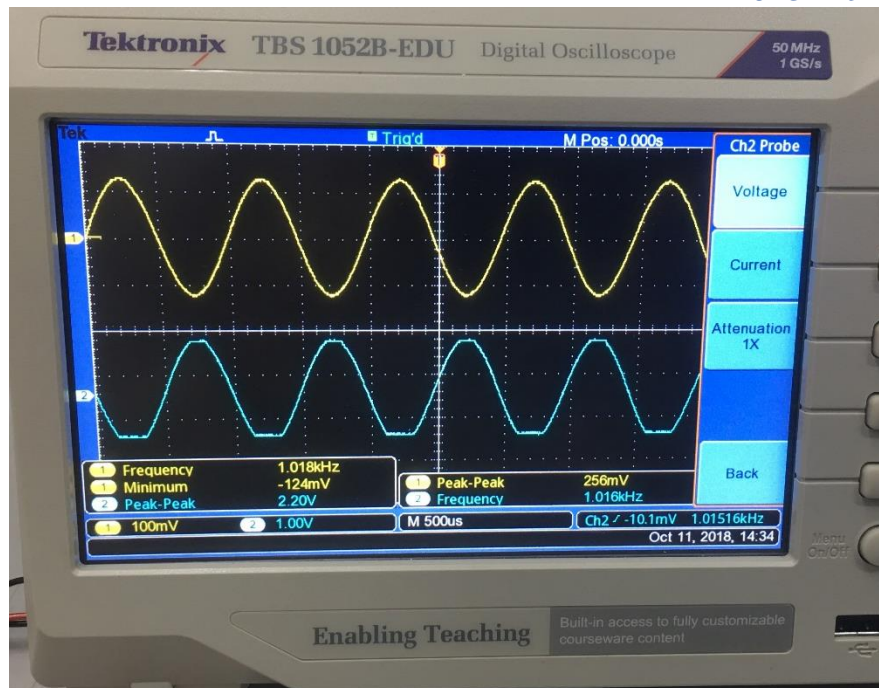
Quan sát máy, ta thấy được dạng sóng vào và ra bị ngược pha nhau, vì ta đang khảo sát mạch khuếch đại đảo.

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

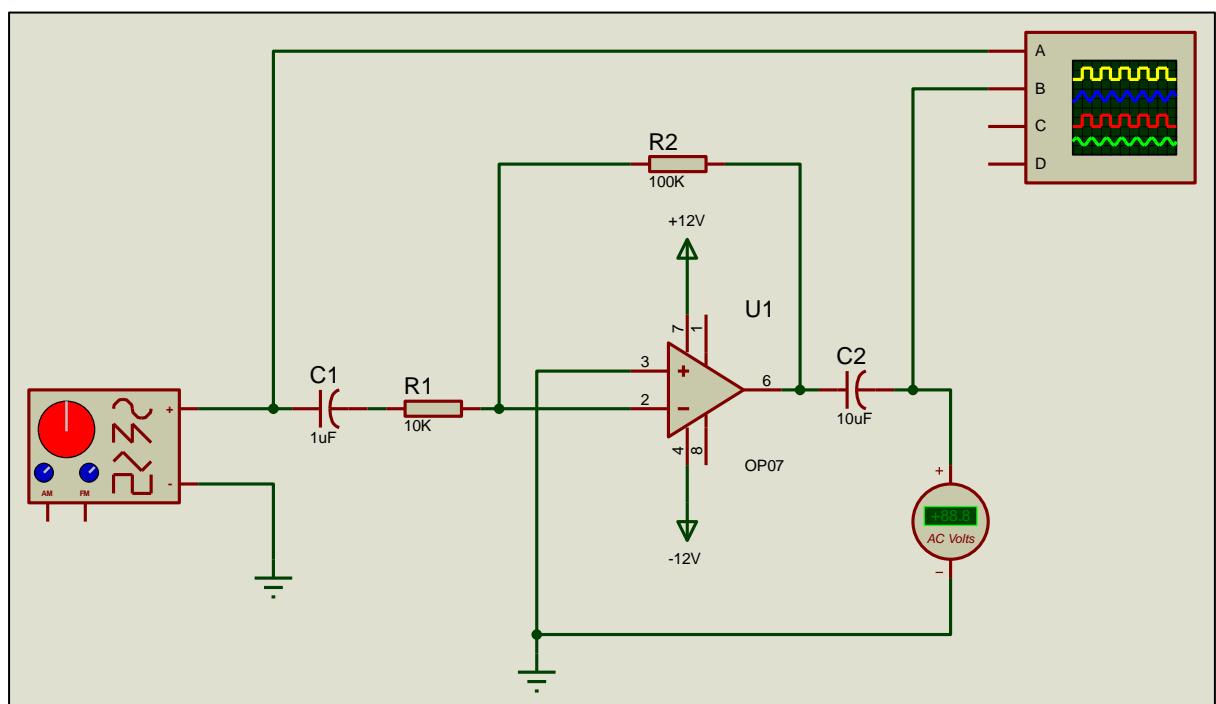
Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



Xoay nút tăng biên độ của tín hiệu vào, ta thấy được tín hiệu ra bị xén 2 đầu.

### Thực hành trên proteus:



*Mạch khuếch đại AC đảo*

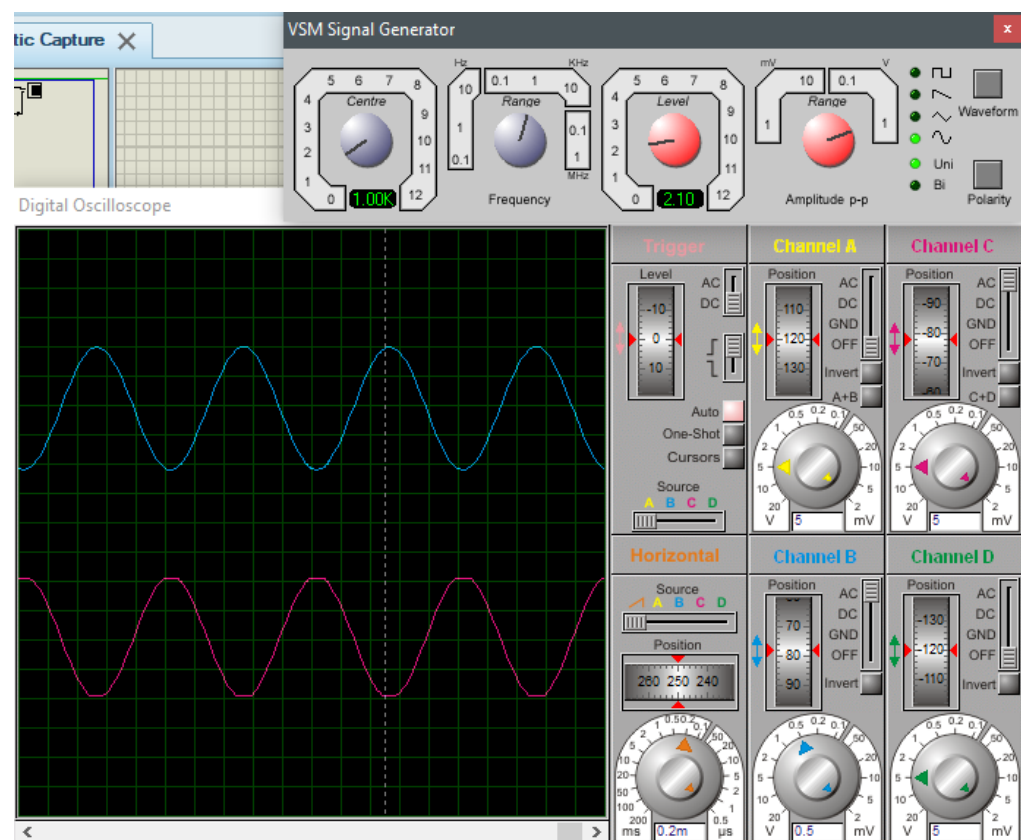
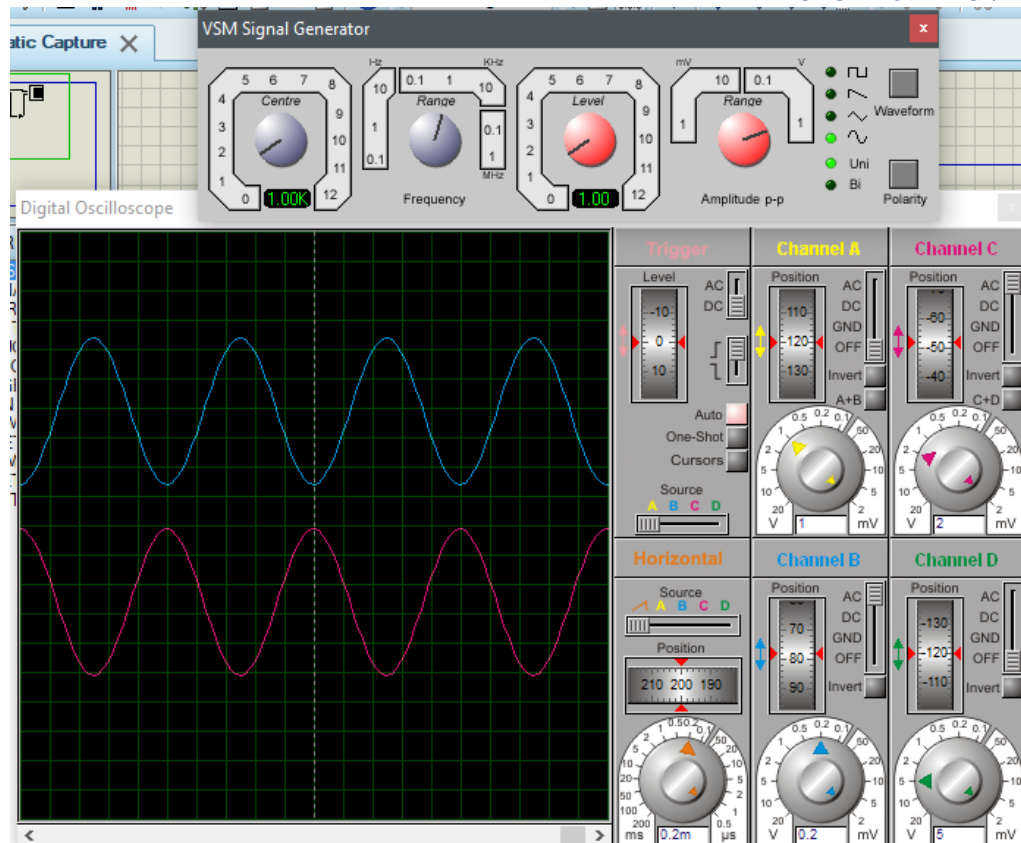


# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



*Dạng sóng sau khi xén*



# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

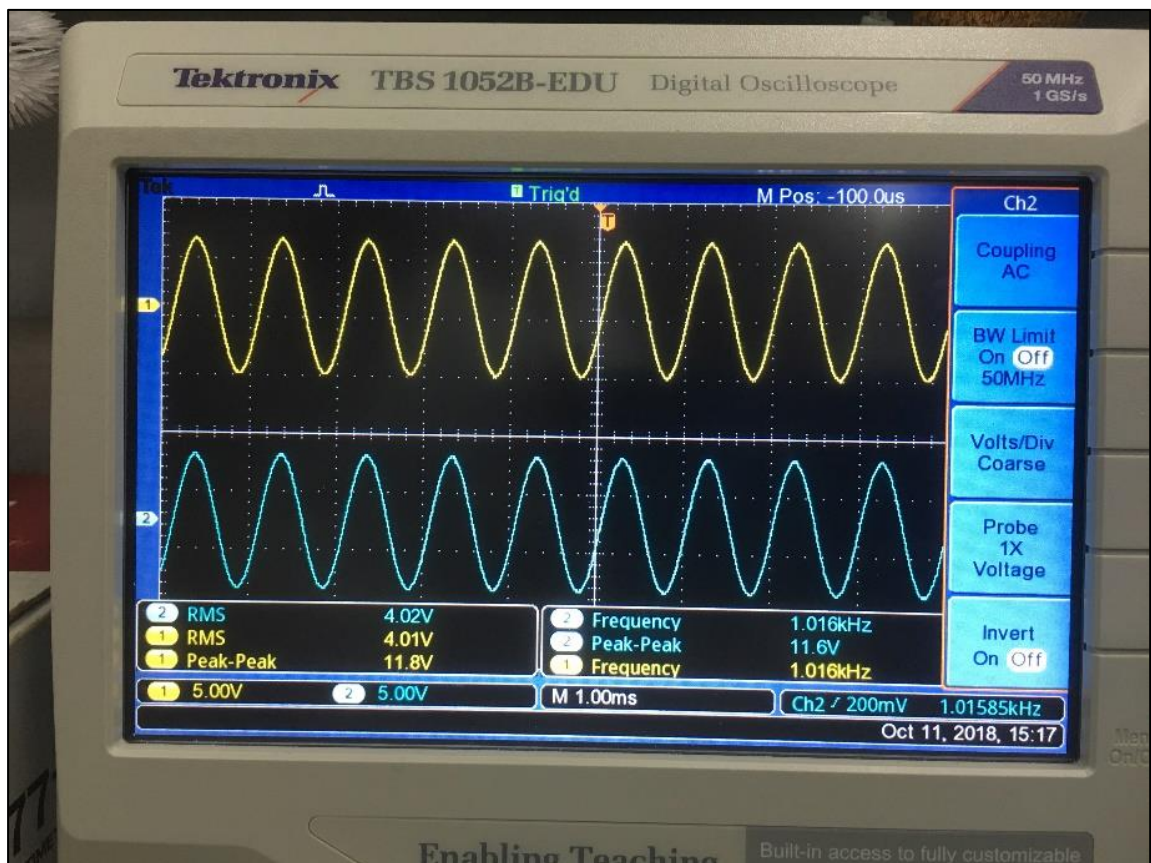
Phan Thanh Tùng  
1613240 – 16VLTH

- 2) Tính độ lợi thực nghiệm và so sánh với độ lợi lý thuyết. Nhận xét về biên độ tín hiệu tối đa so với nguồn cấp điện (bằng khoảng bao nhiêu phần trăm).

Độ lợi thể trên lý thuyết của mạch khuếch đại AC theo thông số trên cho ta là  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{100K}{10K} = 10$ , đúng như vậy, khi ta khảo sát thực tế, có thể thấy khi  $V_i = 144mV$  thì  $V_o = 1,4V \rightarrow$  Đúng theo lý thuyết, ta có được độ lợi thể là  $\frac{V_o}{V_i} = 10$ .

- 3) Mắc mạch khuếch đại AC không đảo và làm thực hiện tương tự các thao tác trên và nhận xét.

### Thực tập thực tế:



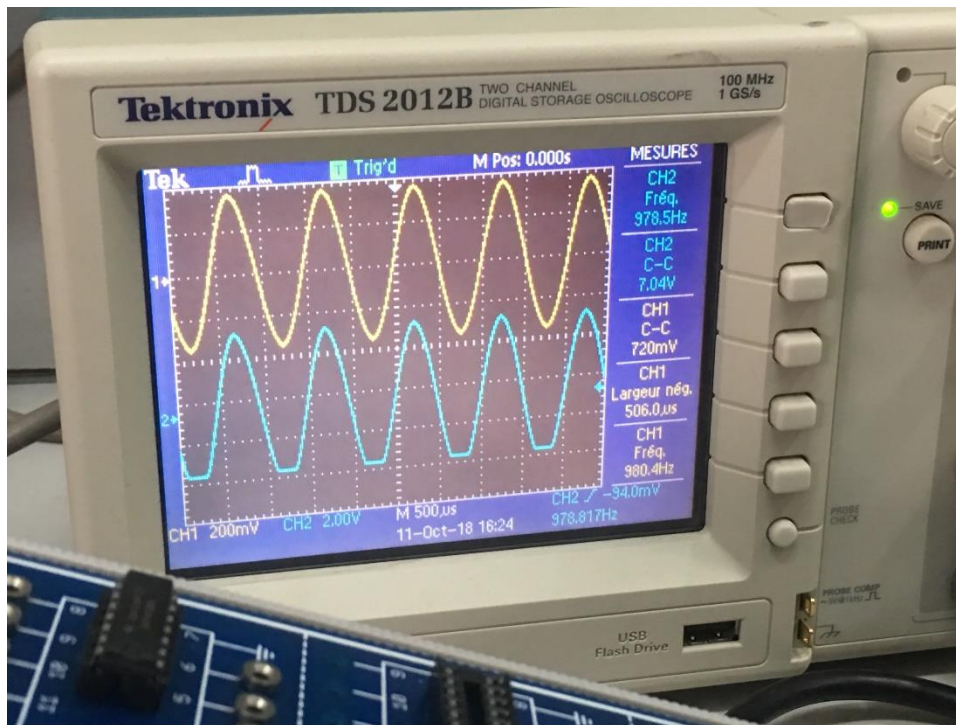
Mạch khuếch đại AC không đảo, nên tín hiệu đặc tuyến vào ra cùng pha như nhau.

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

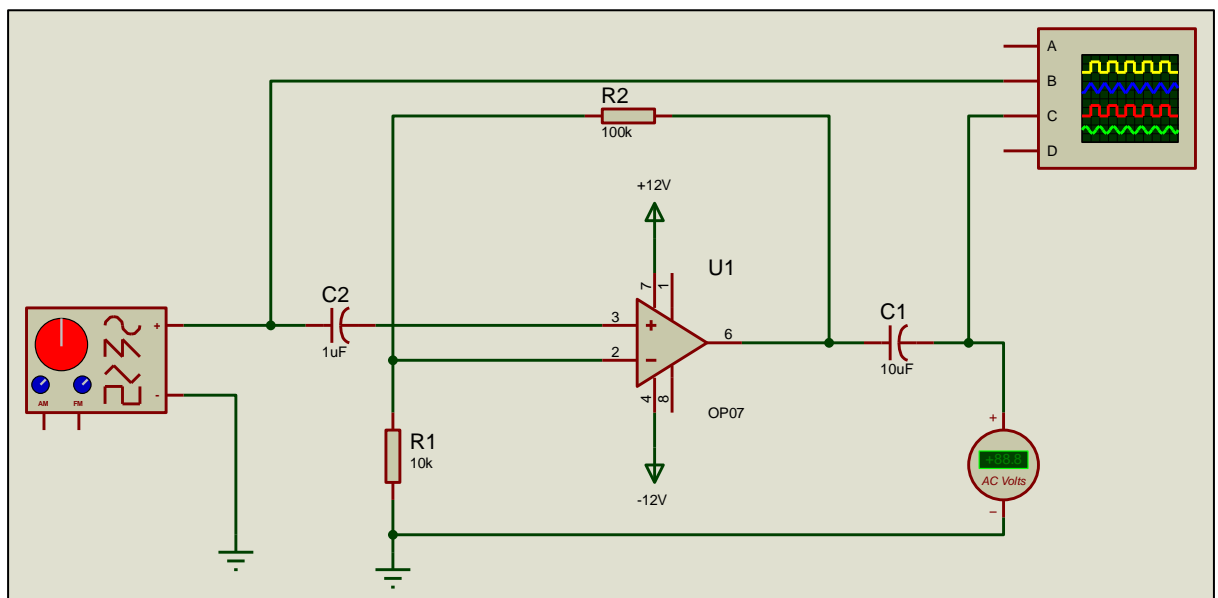
Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



Tương tự, đúng theo lý thuyết, khi ta khảo sát thực tế, có thể thấy khi  $V_i = 200\text{mV}$  thì  $V_o = 2\text{V} \rightarrow$  Đúng theo lý thuyết, ta có được độ lợi thế là  $\frac{V_o}{V_i} = 10$ .

### Thực hành trên proteus:



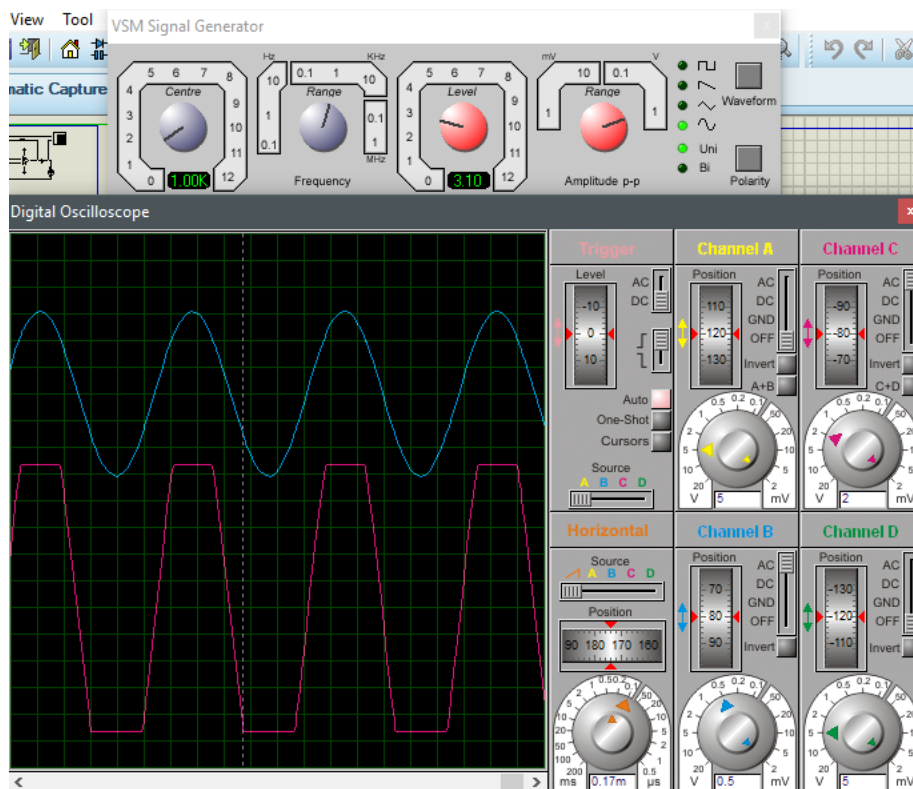
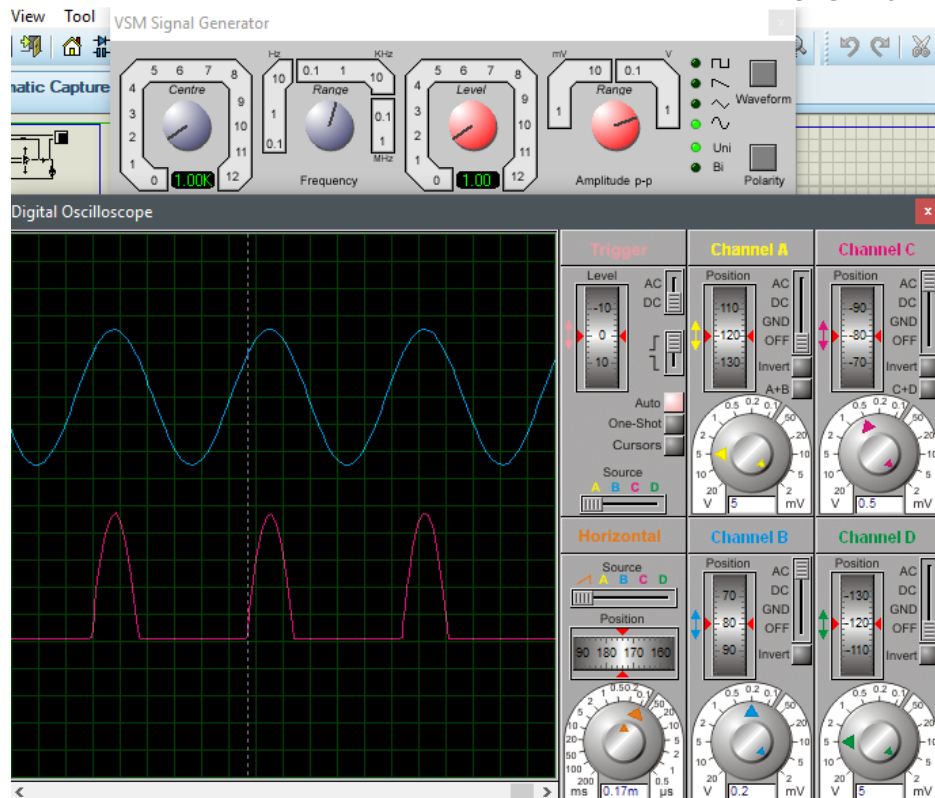
*Mạch khuếch đại AC không đảo.*

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



Dạng sóng trước và sau khi xén khi dùng proteus mô phỏng.

### 3. Mạch làm toán:

a) Mạch cộng và trừ:

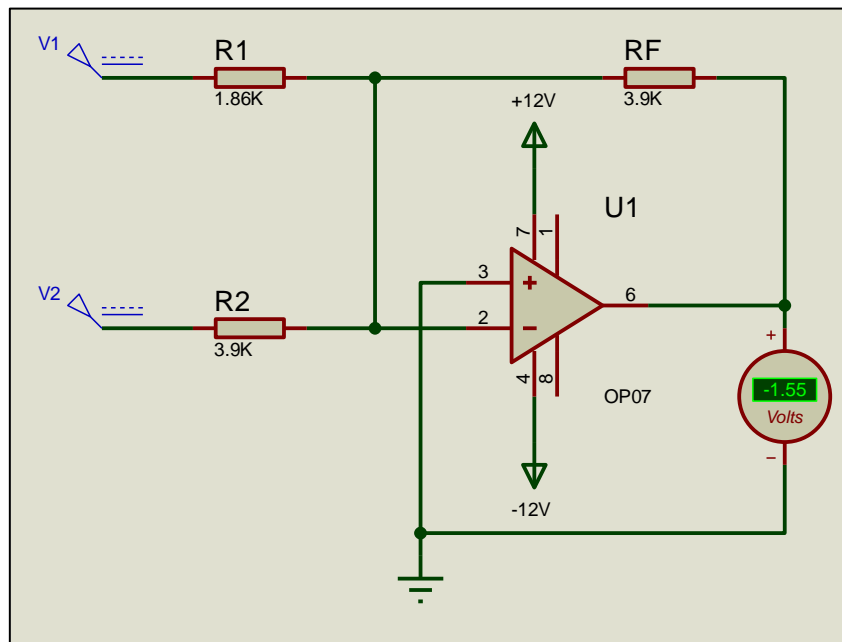
# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH

Mắc mạch cộng và trừ, đo theo bảng rồi so sánh với lý thuyết. Điện thế offset ngõ vào ( $V_{io}$ ) của KĐTT có ảnh hưởng gì không?



$V_1$ (V)	0,5	1	1,5	2
$V_2$ (V)	0,5	1	- 1	- 0,5
$V_0$ (V)	- 1,45	- 2,98	- 2,03	- 3,55
$V_0$ (V) – lý thuyết	- 1,548	- 3,096	- 2,145	- 3,694

Theo lý thuyết, mạch cộng trừ có điện thế ngõ ra được tính bằng công thức:

$$V_0 = - \left( \frac{R_F}{R_1} \cdot V_1 + \frac{R_F}{R_2} \cdot V_2 \right)$$

Mắc mạch khảo sát điện thế offset ngõ vào  $V_{io}$ , rồi so sánh với lý thuyết:

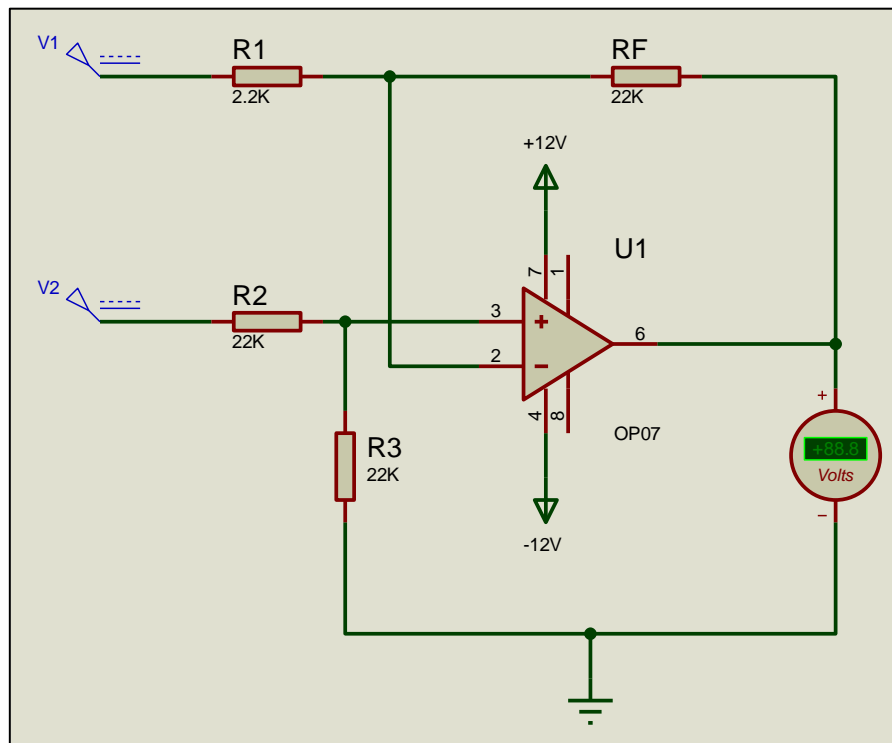
$$V_0 = \left( -\frac{R_F}{R_1} \cdot V_1 + \frac{R_3}{R_2 + R_3} \left( 1 + \frac{R_F}{R_1} \right) \cdot V_2 \right)$$

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH



$V_1$ (V)	0,5	1	1,5	2
$V_2$ (V)	0,5	1	- 1	- 0,5
$V_0$ (V)	- 2,25	- 4,5	- 10	- 10

Mắc mạch khảo sát điện thế  $V_0$  theo  $V_1$ ,  $V_2$  và  $V_3$ , theo lý thuyết, điện thế ra  $V_0 = 10V_1 + 5V_2 - 2V_3$ , trong đó  $V_3 = \frac{R_8}{R_7 + R_8} \cdot 5V$ . Đo  $V_0$  và so sánh với lý thuyết.

Ta có  $V_3 = \frac{R_8}{R_7 + R_8} \cdot 5V = \frac{10}{10+150} \cdot 5V \approx 0,3125$  (V)

Cho  $V_1 = V_2 = 0,5$  (V)

Theo lý thuyết, ta tính được  $V_0 = 10.V_1 + 5.V_2 - 2.V_3$

$$= 10.0,5 + 5.0,5 - 2.0,3125 \approx 6,875$$
 (V)

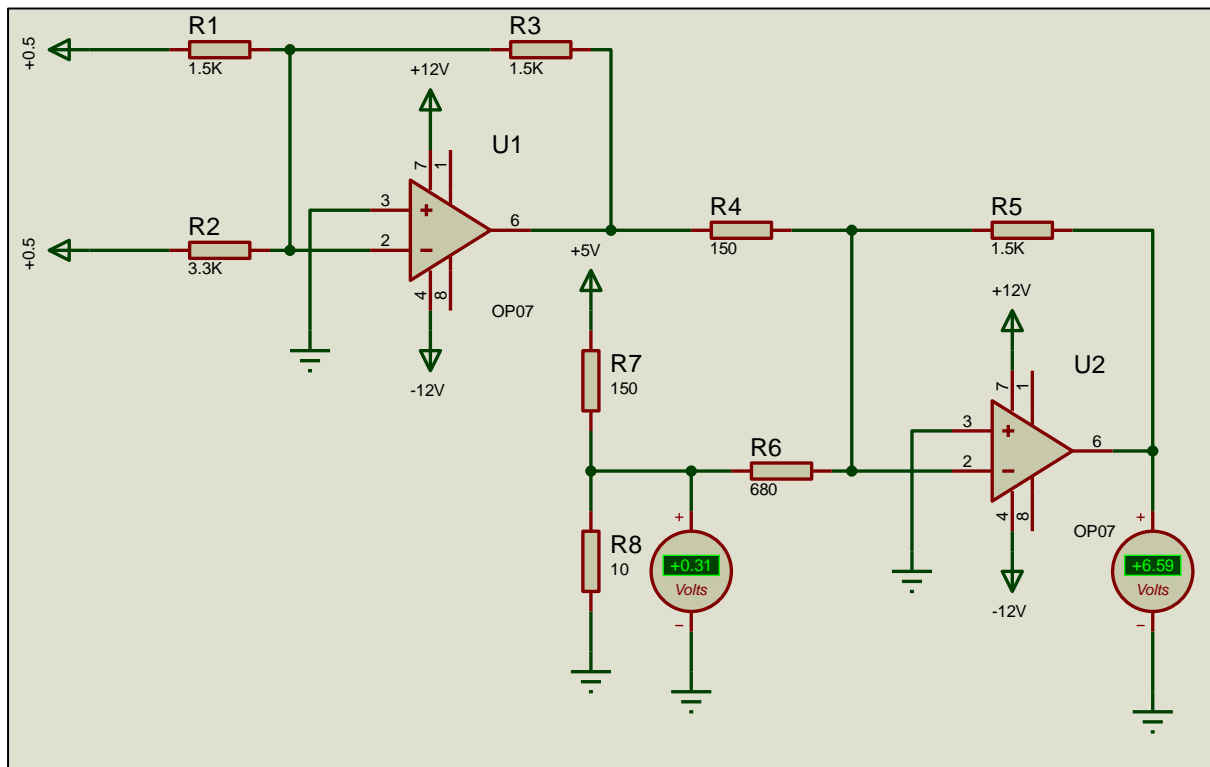
$V_1$ (V)	0,5	1	1,5	2
$V_2$ (V)	0,5	1	- 1	- 0,5
$V_0$ (V)	6,875	14,375	9,375	16,875

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

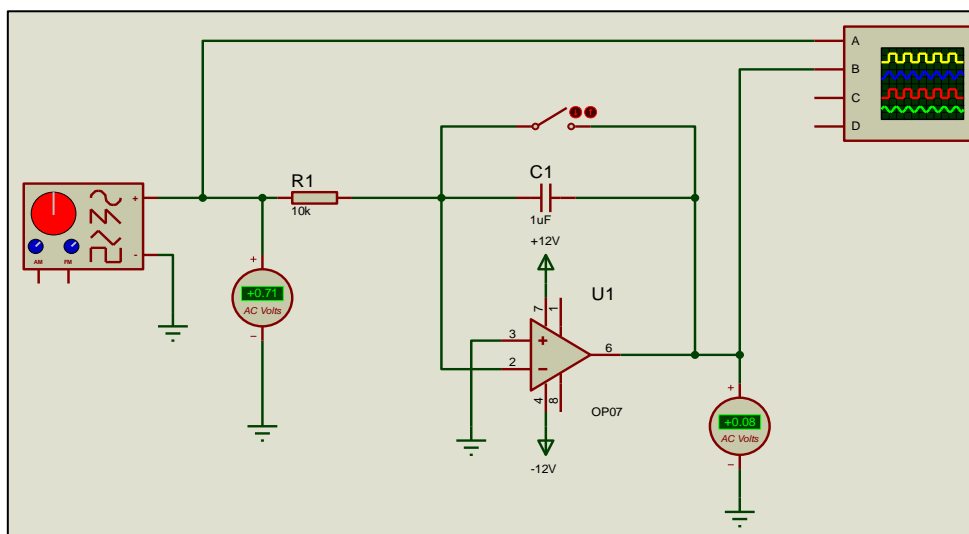
1613240 – 16VLTH



Khi mắc mạch, ta đo được  $V_0 = 6,59$  (V), so với lý thuyết ( $\approx 6,875$  V) gần giống nhau.

### b) Mạch tích phân

Mắc mạch tích phân, dùng dao động nghiệm để quan sát  $V_i$  và  $V_o$ . Tín hiệu vào là hình sin, tần số tín hiệu là 1KHz. Nhận xét về dạng sóng so với lý thuyết.

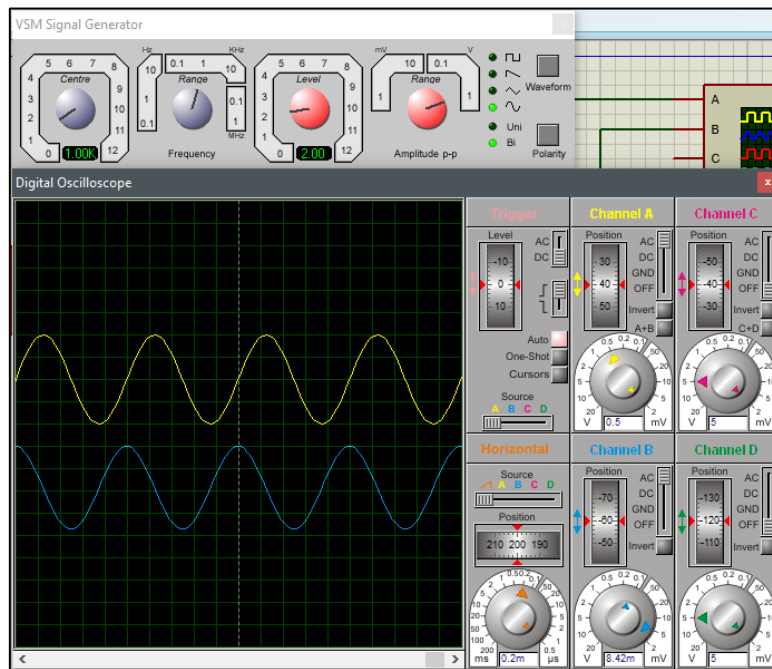




# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng  
1613240 – 16VLTH



Với tín hiệu vào là sóng sin, ta nhận thấy tín hiệu ra của mạch này có sự sai khác pha so với tín hiệu vào  $\frac{\pi}{4}$ .

Đối với mạch tích phân, ta có mối quan hệ giữa  $V_o$  và  $V_i$  được liên hệ bởi tích phân theo thời gian:

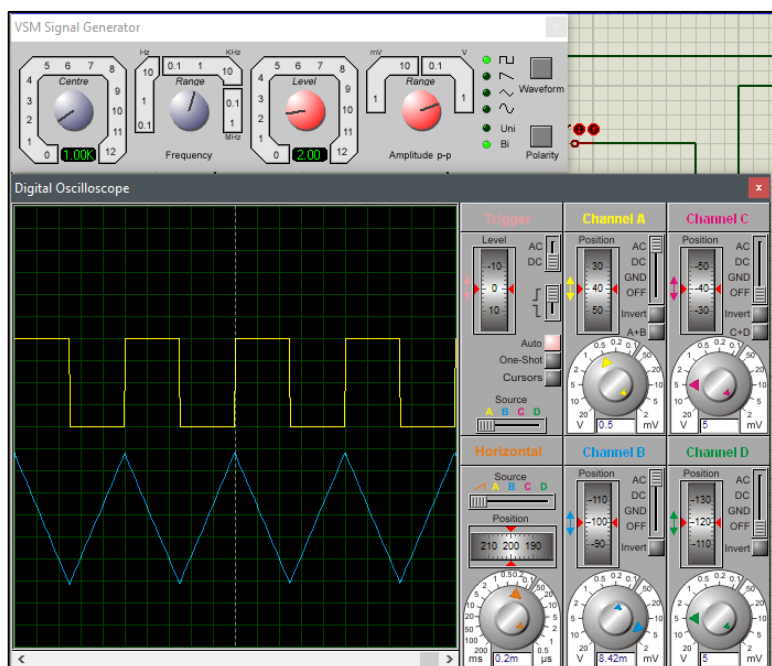
$$V_o(t) = -\frac{1}{RC} \cdot \int_0^t V_i(t) dt + V_o(t=0) \text{ với } V_o(t=0) \text{ là } V_o \text{ ban đầu khi khóa S mở.}$$

$$V_o(t=0) = 0,4 \text{ (V)}$$

Đóng khóa S để xả tụ điện.

**Thay tín hiệu vào là sóng vuông ở tần số 1KHz, sóng vào và sóng ra ta có dạng như sau :**

Khi sóng vào được thay bằng tín hiệu sóng vuông, sóng ở tín hiệu ra là dạng sóng tam giác.



# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

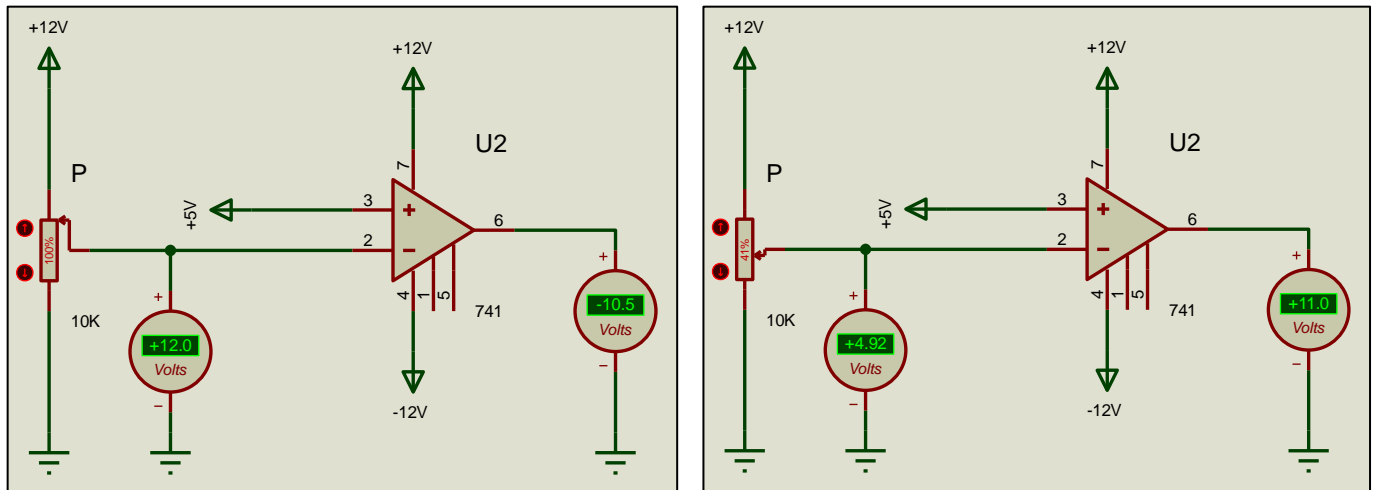
## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

Phan Thanh Tùng

1613240 – 16VLTH

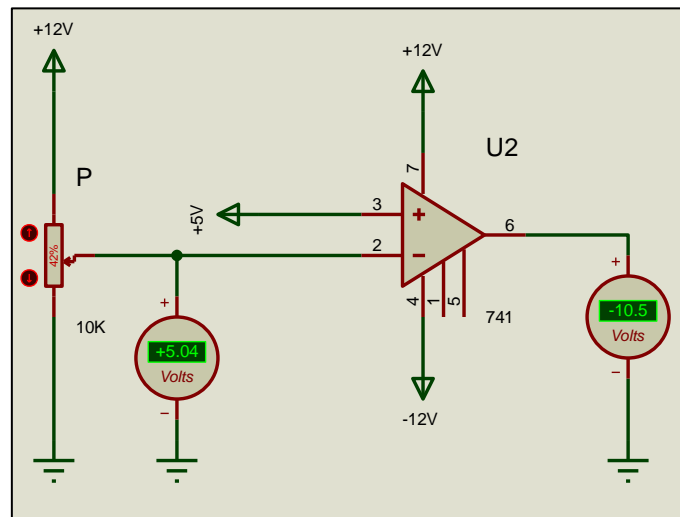
### c) Mạch so sánh

Mắc mạch so sánh, bắt đầu với  $V_i = 12V$ , giảm từ từ cho đến khi  $V_o$  vừa lên cao, gọi điện thế này là  $V_{\text{chuyển mạch lên}}$ . Tiếp tục hạ  $V_i$  xuống  $0V$ .



Đặt nguồn cấp cho Op-amp tại chân 3 -  $V_{\text{ref}} = 5$  (V). Thực hiện thí nghiệm. Ta nhận thấy, ngay thời điểm xoay biến trở P để  $V_i$  xuống bằng 4,92 V (  $< V_{\text{ref}} = 5V$ ).  $V_o$  bắt đầu lên cao chuyển từ -10,5V sang +11V.

$$V_{\text{chuyển mạch lên}} = 4,92 \text{ V}$$



Ta nhận thấy, ngay thời điểm xoay biến trở P để  $V_i$  lên bằng 5,04 V (  $> V_{\text{ref}} = 5V$ ).  $V_o$  bắt đầu lên cao chuyển từ +11V về lại -10,5V.

$$V_{\text{chuyển mạch xuống}} = 5,04 \text{ V}$$

# THỰC HÀNH MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

## Báo cáo thực hành – Tuần số 2

*Phan Thanh Tùng*  
*1613240 – 16VLTH*

Tiếp tục tăng  $V_i$  từ từ cho đến khi  $V_o$  vừa xuống thấp, điện thế này là  $V_{\text{chuyển}}$  mạch xuống. Đo và ghi lại các điện thế:

$V_o$  thấp (tức  $-V_{\text{sat}}$ ): - 11 (V)

$V_o$  cao (tức  $V_{\text{sat}}$ ): + 11 (V)

$V_{\text{chuyển}}$  mạch xuống: 5,04 (V)

$V_{\text{chuyển}}$  mạch lên: 4,92 (V)

➔ Độ trễ (hysteresis) của mạch so sánh này là:  $5,04 - 4,92 = 0,12$  (V)

• HẾT •